











Stainless steel wire and process for production

Patent number: EP0851039
Publication date: 1998-07-01
Inventor: MARANDEL JOEL (FR); HAUSER JEAN-MICHEL (FR)
Applicant: IMPHY SA (FR); SPRINT METAL SA (FR); UGINE SAVOIE SA (FR)
Classification:
- international: C22C38/42; C21D6/00; C21D9/52
- european: C22C38/42, C21D6/00F, C21D8/06A
Application number: EP19970402907 19971203
Priority number(s): FR19960016250 19961231

Also published as:

 US6106639 (A1)
 JP10204592 (A)
 FR2757878 (A1)
 EP0851039 (B1)
 AU717911 (B2)

Cited documents:

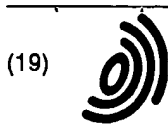
 DE2338282
 US3282684
 EP0646653
 US4022586
 US4222773
more >>

Abstract of EP0851039

Stainless steel contains by weight 0-0.03% carbon, 0-2% manganese, 0-0.5% silicon, 8-9% nickel, 17-18% chromium, 0-0.4% molybdenum, 3-3.5% copper, 0-0.03% nitrogen, less than 0.01% sulphur and less than 0.04% phosphorous, the rest being iron and impurities.

Also claimed are wire made of this steel, less than 2 mm. in diameter and with tensile strength over 2100 MPa, also heating a preformed wire of such steel with a diameter of at least 5 mm. and fast-quenching it to produce an austenitic structure, then cold-drawing it to a diameter below 2 mm.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Offic européen des brevets



(11) **EP 0 851 039 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
16.08.2001 Bulletin 2001/33

(51) Int Cl.7: **C22C 38/42, C21D 6/00,
C21D 9/52**

(21) Numéro de dépôt: **97402907.6**

(22) Date de dépôt: **03.12.1997**

(54) **Fil en acier inoxydable et procédé de fabrication**

Draht aus rostfreies Stahl und Verfahren zur Herstellung

Stainless steel wire and process for production

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU NL
PT SE**

(30) Priorité: **31.12.1996 FR 9616250**

(43) Date de publication de la demande:
01.07.1998 Bulletin 1998/27

(73) Titulaires:
• **Sprint Métal - Société de Production
Internationale de Tréfiles
92800 Puteaux (FR)**
• **UGINE-SAVOIE IMPHY
92800 Puteaux (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Marandel, Joel
58640 - Varennes-Vauzelles (FR)**

• **Hauser, Jean-Michel
73400 - Ugine (FR)**

(74) Mandataire: **Ventavoli, Roger et al
USINOR,
Direction Propriété Industrielle,
Immeuble "La Pacific",
La Défense,
11/13 Cours Valmy,
TSA 10001
92070 La Défense (FR)**

(56) Documents cités:
**EP-A- 0 567 365 EP-A- 0 646 653
DE-A- 2 338 282 FR-A- 2 478 675
US-A- 3 282 684 US-A- 4 022 586
US-A- 4 222 773**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne un fil en acier inoxydable de petit diamètre ayant des caractéristiques mécaniques élevées, utilisable notamment pour la fabrication de ressorts ou de fils de renforcement d'élastomères.

[0002] On connaît des fils tréfilés fins, ayant des caractéristiques mécaniques très élevées, constitués d'un acier inoxydable austénitique instable du type 1.4310 (selon les normes EN 10088 et Pr EN 10270.3) dont l'analyse chimique comprend, en poids, de 16 à 19 % de chrome, de 6 à 9,5 % de nickel, au plus 0,8 % de molybdène, au plus 0,11 % d'azote et de 0,05 à 0,15 % de carbone. Les caractéristiques mécaniques obtenues pour le fil tréfilé résultent à la fois de l'écrouissage et de la formation de martensite α' engendrée par l'écrouissage résultant du tréfilage. Ces fils peuvent être utilisés pour la fabrication de ressorts qui sont obtenus par mise en forme du fil puis traitement thermique de relaxation et de durcissement. Cette technique présente au moins un inconvénient qui résulte de la consolidation très importante durant le tréfilage. Du fait de l'importance de cette consolidation, lorsque le diamètre du fil est petit, il ne peut être obtenu qu'en plusieurs cycles alternant tréfilage et traitement thermique d'hypertrempe. Cela complique la fabrication et augmente son coût.

[0003] On connaît également des fils tréfilés fins, ayant des caractéristiques mécaniques très élevées, utilisables notamment pour la fabrication de ressorts, constitués d'un acier inoxydable austénitique à durcissement secondaire par précipitation de NiAl, du type 1.4568 (selon la norme EN 10088 et Pr EN 10270) dont l'analyse chimique comprend, en poids, de 16 à 18 % de chrome, de 6,5 à 7,8 % de nickel et de 0,7 à 1,5 % d'aluminium.

[0004] Cette technique présente l'avantage de permettre de fabriquer les ressorts à partir d'un fil de caractéristiques mécaniques sensiblement inférieure aux caractéristiques mécaniques souhaitées pour le ressort, ce qui facilite la réalisation de l'opération de mise en forme. En effet, les caractéristiques mécaniques finales peuvent être obtenues par un traitement thermique de vieillissement qui engendre un durcissement par précipitation. Par contre, cette technique présente d'une part l'inconvénient d'utiliser des nuances d'acier contenant des éléments facilement oxydables ou nitrurables qui engendrent la formation d'inclusions néfastes pour la tenue en fatigue des ressorts, d'autre part ces nuances d'acier conduisent, comme dans le cas précédant, à une consolidation très importante pendant le tréfilage ce qui nécessite, de la même façon, une succession de cycles alternant tréfilage et traitement d'hypertrempe.

[0005] Le document DE-A-2 338 282 décrit un acier pour la fabrication de fil de grande longueur dont la composition recoupe celle revendiquée.

[0006] Le but de la présente invention est de remédier à ces inconvénients en proposant un fil en acier inoxydable austénitique durcissable par précipitation, ayant, à l'état écroui avant vieillissement, une résistance à la traction supérieure à 2200 MPa pour un diamètre compris entre 0,4 et 0,5 mm, supérieure à 2225 MPa pour un diamètre compris entre 0,3 et 0,4 mm, supérieure à 2250 MPa pour un diamètre compris entre 0,2 et 0,3 mm, supérieure à 2275 mm pour un diamètre inférieur à 0,2 mm, et qui soit facile à tréfiler ou à laminier à froid.

[0007] Ce fil peut être de section ronde, ovale ou polygonale, par exemple de section triangulaire, carrée, rectangulaire ou hexagonale. Lorsqu'il est de section ronde, sa dimension est définie par son diamètre, lorsque sa section n'est pas ronde, sa dimension est définie par le diamètre d'un fil dont la section aurait la même surface. Dans tous les cas, on parlera du diamètre du fil.

[0008] A cet effet, l'invention a pour objet un fil en acier inoxydable, de diamètre inférieur à 2 mm et de résistance à la traction supérieure à 2100 MPa, constitué d'un acier dont la composition chimique comprend, en poids :

$$0\% \leq C \leq 0,03 \%$$

$$0\% \leq Mn \leq 2\%$$

$$0\% \leq Si \leq 0,5\%$$

$$8\% \leq Ni \leq 9\%$$

$$17\% \leq Cr \leq 18\%$$

$$0\% \leq Mo \leq 0,4 \%$$

EP 0 851 039 B1

$$3\% \leq \text{Cu} \leq 3,5\%$$

$$0\% \leq \text{N} \leq 0,03\%$$

$$\text{S} \leq 0,01\%$$

$$\text{P} \leq 0,04\%$$

le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration.

[0009] Ce fil peut être utilisé notamment pour fabriquer un ressort, confectionner un câble ou peut constituer l'âme d'un fil de renforcement d'élastomère.

[0010] L'invention concerne également un procédé pour la fabrication du fil selon l'invention. Le procédé consiste à s'approvisionner en un fil machine de diamètre supérieur ou égal à 5 mm constitué d'un acier austénitique dont la composition chimique est conforme à ce qui est indiqué ci-dessus, à le soumettre à un traitement d'hypertrempe pour lui conférer une structure entièrement austénitique, à le décaper et à le mettre en forme par déformation plastique à froid, généralement sans traitement thermique intermédiaire, ou, pour les plus petits diamètres, avec une hypertrempe intermédiaire suivie d'une réduction de section supérieure à 300. La mise en forme par déformation plastique à froid a pour but, notamment, de réduire la section et, éventuellement, de donner à la section du fil la forme souhaitée (rond, carré, triangle, etc.). Cette déformation plastique peut être effectuée par tréfilage, par laminage ou par tout autre procédé de fabrication d'un fil par déformation plastique à froid. On peut compléter le procédé par un traitement thermique de vieillissement, effectué sur le fil fortement écroui, et constitué d'un maintien pendant une durée comprise entre 5 mn et 3 heures à une température comprise entre 400 et 475 °C.

[0011] L'invention concerne enfin un acier inoxydable austénitique dont la composition chimique comprend, en poids :

$$0\% \leq \text{C} \leq 0,03\%$$

$$0\% \leq \text{Mn} \leq 2\%$$

$$0\% \leq \text{Si} \leq 0,5\%$$

$$8\% \leq \text{Ni} \leq 9\%$$

$$17\% \leq \text{Cr} \leq 18\%$$

$$0\% \leq \text{Mo} \leq 0,4\%$$

$$3\% \leq \text{Cu} \leq 3,5\%$$

$$0\% \leq \text{N} \leq 0,03\%$$

$$\text{S} \leq 0,01\%$$

$$\text{P} \leq 0,04\%$$

le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration.

[0012] L'invention va maintenant être décrite de façon plus précise, mais non limitative, et illustrée par les exemples qui suivent.

[0013] Pour fabriquer un fil tréfilé fin de diamètre inférieur ou égal à 2 mm, on utilise un fil machine de diamètre supérieur ou égal à 5 mm en acier inoxydable austénitique dont la composition chimique comprend, en poids :

- moins de 0,03 % de carbone car, au delà, la martensite présente en grande proportion dans le fil tréfilé devient sensible à la rupture différée et les ressorts peuvent, alors, se fissurer sous l'effet des contraintes résiduelles de formage ; en général la teneur en carbone est supérieure à 0,005 % car il est extrêmement difficile de descendre en dessous lors des opérations d'affinage ;
- de 0 % à 2 %, et de préférence plus de 0,2 %, de manganèse pour fixer le soufre et éviter la formation de sulfures de chrome à bas point de fusion ; au delà de 2 % l'acier devient très difficile à décarburer sans réoxyder le manganèse, ce qui augmente de façon très importante les coûts de fabrication ;
- de 0 % à 0,5 % de silicium dont la présence (en général plus de 0,1 %) résulte de l'élaboration de l'acier, durcit fortement la martensite présente dans les fils écrouis ; afin d'éviter un durcissement excessif avant l'opération de mise en forme, on limite sa teneur à 0,5 % ;
- de 8 % à 9 % de nickel, pour garantir une structure austénitique pendant le laminage à chaud et après le traitement d'hypertrempe ;
- de 17 % à 18 % de chrome pour obtenir une résistance à la corrosion suffisante sans engendrer trop de difficultés de décapage après le laminage à chaud ;
- de 0 % à 0,4 % de molybdène pour améliorer la tenue à la corrosion sans détériorer les autres propriétés ;
- de 3 % à 3,5 % de cuivre pour permettre le durcissement par précipitation au cours du traitement de vieillissement après tréfilage ; la teneur est limitée à 3,5 % car, au delà, le cuivre engendre des difficultés de laminage à chaud ;
- de 0 % à 0,03 % d'azote qui résulte de l'élaboration ; sa teneur est généralement supérieure à 0,005 %, mais doit rester inférieure à 0,03 % pour éviter des risques de fissuration en différé ;
- moins de 0,01 % de soufre qui est une impureté dont la teneur doit être limitée car, en trop grande quantité, elle rend cassants les fils tréfilés ;
- moins de 0,04 % de phosphore qui est une impureté pouvant créer des défauts lors du laminage à chaud ;

le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration.

[0014] L'ensemble des éléments a un effet sur la stabilité de la structure austénitique pendant le laminage à chaud et après hypertrempe, mais, également, sur la structure de solidification. Les domaines de composition pour chacun des éléments ont été choisis de telle sorte que cette structure de solidification soit ferritique et exempte de fortes ségrégations.

[0015] Comme l'ont observé de façon inattendue les inventeurs, cet acier présente l'avantage de permettre d'atteindre des caractéristiques mécaniques élevées par tréfilage et durcissement structural sans nécessiter de recuit intermédiaire, même pour des réduction de diamètre supérieures à 20 fois.

[0016] Avec l'acier qui vient d'être défini, on fabrique par laminage à chaud un fil machine de diamètre supérieur ou égal à 5 mm qui est soumis à un traitement d'hypertrempe consistant en un chauffage à une température comprise entre 800 °C et 1250 °C suivi d'un refroidissement à l'air, ou plus rapide, afin de lui conférer une structure entièrement austénitique, puis il est décapé.

[0017] Le fil machine hypertrempé et décapé ainsi obtenu est alors tréfilé jusqu'à un diamètre inférieur à 2 mm, en une ou plusieurs étapes de plusieurs passes chacune, sans qu'il soit nécessaire de faire de traitement thermique intermédiaire, au moins tant que le rapport de la section initiale à la section finale reste inférieur à 485. Pour fabriquer les plus petits diamètres, notamment les diamètres inférieurs à 0,25 mm, il peut être nécessaire de faire une hypertrempe intermédiaire destinée à restaurer la capacité de déformation du métal. Cependant, dans ce cas, pour obtenir les caractéristiques mécaniques souhaitées, l'écrouissage final, c'est à dire effectué après l'hypertrempe intermédiaire, doit correspondre à une réduction de section supérieure à 300 (section finale / section initiale $\leq 1 / 300$).

[0018] Pour obtenir les propriétés mécaniques souhaitées en final, c'est à dire, une résistance à la traction, fonction du diamètre, conformément à la norme, reprise au tableau ci-dessous, on effectue un traitement thermique de vieillissement.

résistance à la traction minimale imposée par les normes										
Φ mm	1,5/1,75	1,25/1,5	1/1,25	0,8/1	0,65/0,8	0,5/0,65	0,4/0,5	0,3/0,4	0,2/0,3	< 0,2
R MPa	1950	2000	2050	2100	2125	2150	2200	2225	2250	2275

[0019] Ce traitement de vieillissement consiste en un chauffage pendant un temps compris entre 5 mn et 3 heures, à une température comprise entre 400 et 475 °C Il engendre un durcissement résultant de la précipitation de Cu ϵ (c. f.c.) dans une structure cubique centrée (martensite α' induite par la déformation de tréfilage). Ce durcissement est, toutes choses égales par ailleurs, d'autant plus élevé que la teneur en martensite α' est plus élevée.

[0020] Selon l'application envisagée, le traitement de vieillissement peut être effectué soit directement après tréfilage, soit après avoir effectué des opérations supplémentaires sur le fil, par exemple après l'avoir mis en forme pour fabriquer un ressort spirale.

[0021] A titre d'exemple, on a fabriqué des fils tréfilés de 1 mm, 0,5 mm et 0,25 mm de diamètre conforme à l'invention en partant d'un fil machine de 5,5 mm de diamètre constitué d'un acier inoxydable austénitique dont la composition chimique était la suivante (en % en poids) :

C	Mn	Si	Ni	Cr	Mo	Cu	N	S	P
0,011	1,83	0,4	8,08	17,24	0,36	3,24	0,027	0,004	0,025

[0022] Le fil machine a été hypotrempté par réchauffage à 1080 °C et refroidissement à l'eau puis décapé.

[0023] Le fil machine a alors été tréfilé selon les schémas suivants :

- fil de 1 mm de diamètre : en une descente de 5,5 mm à 1 mm, en 12 passes ;
- fil de 0,5 mm de diamètre : à partir du fil écroui de 1 mm, en une descente de 8 passes de 1 mm à 0,5 mm ;
- fil de 0,25 mm de diamètre : à partir du fil écroui de 1 mm, en une descente de 5 passes de 1 mm à 0,7 mm suivie d'une descente de 8 passes de 0,7 mm à 0,25 mm; sans traitement thermique intermédiaire.

[0024] Après tréfilage le fil a été vieilli par maintien à 435°C pendant 1 heure.

[0025] Les caractéristiques mécaniques (résistance à la rupture R_m , et résistance pour une déformation plastique de 0,2 % $R_{p0,2}$) obtenues avant et après vieillissement, ainsi que le taux de martensite α' , étaient :

Diamètre	avant vieillissement			après vieillissement	
	% α'	$R_{p0,2}$ (MPa)	R_m (MPa)	$R_{p0,2}$ (MPa)	R_m (MPa)
1 mm	52	1702	1856	2070	2197
0,5 mm	65	2083	2291	2668	2723
0,25 mm	75	2580	2666	3076	3095

[0026] Les fils ainsi obtenus ont été utilisés pour fabriquer des ressorts comme indiqué ci-dessus qui ont l'avantage de présenter des caractéristiques au moins égales à celles des ressorts fabriqués en nuance standard 1.4310, avec une relaxation égale, voire améliorée, tout en étant plus simples et moins coûteux à fabriquer.

[0027] Du fait de leurs caractéristiques, les fils selon l'invention peuvent également être utilisés pour fabriquer des fils de renforcement d'élastomères, par exemple pour réaliser des armatures de pneumatiques. Ces fils de renforcement comportent une âme constituée d'un fil tréfilé selon l'invention revêtue, par exemple, par nickelage et laitonnage (ce revêtement est destiné à assurer une bonne liaison avec le caoutchouc).

Revendications

1. Fil en acier inoxydable de diamètre inférieur à 2 mm et de résistance à la traction supérieure à 2100 MPa, caractérisé en ce qu'il est constitué d'un acier dont la composition chimique comprend, en poids :

$$0\% \leq C \leq 0,03\%$$

EP 0 851 039 B1

$$0\% \leq \text{Mn} \leq 2\%$$

5

$$0\% \leq \text{Si} \leq 0,5\%$$

$$8\% \leq \text{Ni} \leq 9\%$$

10

$$17\% \leq \text{Cr} \leq 18\%$$

$$0\% \leq \text{Mo} \leq 0,4\%$$

15

$$3\% \leq \text{Cu} \leq 3,5\%$$

20

$$0\% \leq \text{N} \leq 0,03\%$$

$$\text{S} \leq 0,01\%$$

25

$$\text{P} \leq 0,04\%$$

le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration.

30

2. Fil selon la revendication 1 caractérisé en ce que son diamètre est inférieur ou égal à 0,5 mm et sa résistance à la traction supérieure ou égale à 2200 MPa.

3. Fil selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que son diamètre est inférieur ou égal à 0,3 mm et sa résistance à la traction supérieure ou égale à 2250 MPa.

35

4. Fil selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que son diamètre est inférieur ou égal à 0,2 mm et sa résistance à la traction supérieure ou égale à 2275 MPa.

5. Ressort caractérisé en ce qu'il est constitué d'un fil selon l'une quelconque des revendications 1 à 4.

40

6. Fil de renforcement d'élastomère comportant au moins une âme en acier inoxydable, caractérisé en ce que l'âme est constituée d'un fil selon l'une quelconque des revendications 1 à 4.

7. Procédé pour la fabrication d'un fil selon la revendication 1 caractérisé en ce que :

45

- on s'approvisionne en un fil machine de diamètre supérieur ou égal à 5 mm en un acier dont la composition chimique comprend, en poids :

50

$$0\% \leq \text{C} \leq 0,03\%$$

$$0\% \leq \text{Mn} \leq 2\%$$

55

$$0\% \leq \text{Si} \leq 0,5\%$$

EP 0 851 039 B1

$$8\% \leq \text{Ni} \leq 9\%$$

5

$$17\% \leq \text{Cr} \leq 18\%$$

$$0\% \leq \text{Mo} \leq 0,4\%$$

10

$$3\% \leq \text{Cu} \leq 3,5\%$$

$$0\% \leq \text{N} \leq 0,03\%$$

15

$$\text{S} \leq 0,01 \%$$

20

$$\text{P} \leq 0,04\%$$

le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration,

- on effectue sur le fil machine une hypertrempe afin d'obtenir une structure entièrement austénitique,
- et on effectue une mise en forme par déformation plastique à froid pour obtenir un diamètre inférieur à 2 mm.

25

8. Procédé selon la revendication 7 caractérisé en ce que la mise en forme par déformation plastique à froid est effectuée sans traitement thermique intermédiaire.

30

9. Procédé selon la revendication 7 caractérisé en ce que la mise en forme par déformation plastique à froid est effectuée avec une hypertrempe intermédiaire et en ce que la réduction de section effectuée après l'hypertrempe intermédiaire est supérieure à 300.

35

10. Procédé selon la revendication 8 ou la revendication 9 caractérisé en ce que, en outre, on effectue un traitement thermique de vieillissement constitué d'un maintien pendant une durée comprise entre 5 mn et 3 heures à une température comprise entre 400 °C et 475 °C.

11. Acier pour la fabrication d'un fil selon la revendication 1 caractérisé en ce que sa composition chimique comprend, en poids :

40

$$0\% \leq \text{C} \leq 0,03 \%$$

$$0\% \leq \text{Mn} \leq 2\%$$

45

$$0\% \leq \text{Si} \leq 0,5\%$$

50

$$8\% \leq \text{Ni} \leq 9\%$$

$$17\% \leq \text{Cr} \leq 18\%$$

55

$$0\% \leq \text{Mo} \leq 0,4 \%$$

EP 0 851 039 B1

$$3\% \leq \text{Cu} \leq 3,5\%$$

5

$$0\% \leq \text{N} \leq 0,03 \%$$

$$\text{S} \leq 0,01 \%$$

10

$$\text{P} \leq 0,04\%$$

le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration.

15

12. Fil selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que sa section est ronde.

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 9 caractérisé en ce que la mise en forme par déformation plastique à froid est un tréfilage en plusieurs passes.

20

Claims

1. Stainless steel wire of diameter smaller than 2 mm and with a tensile strength higher than 2100 MPa, characterized in that it consists of a steel whose chemical composition includes, by weight:

25

$$0 \ \% \leq \text{C} \leq 0.03 \ \%$$

30

$$0 \ \% \leq \text{Mn} \leq 2 \ \%$$

$$0 \ \% \leq \text{Si} \leq 0.5 \ \%$$

35

$$8 \ \% \leq \text{Ni} \leq 9 \ \%$$

$$17 \ \% \leq \text{Cr} \leq 18 \ \%$$

40

$$0 \ \% \leq \text{Mo} \leq 0.4 \ \%$$

45

$$3 \ \% \leq \text{Cu} \leq 3.5 \ \%$$

$$0 \ \% \leq \text{N} \leq 0.03 \ \%$$

50

$$\text{S} \leq 0.01 \ \%$$

$$\text{P} \leq 0.04 \ \%$$

55

the remainder being iron and impurities resulting from the production.

2. Wire according to Claim 1, characterized in that its diameter is smaller than or equal to 0.5 mm and its tensile

strength higher than or equal to 2200 MPa.

3. Wire according to Claim 1 or 2, characterized in that its diameter is smaller than or equal to 0.3 mm and its tensile strength higher than or equal to 2250 MPa.

4. Wire according to Claim 1, 2 or 3, characterized in that its diameter is smaller than or equal to 0.2 mm and its tensile strength higher than or equal to 2275 MPa.

5. Spring characterized in that it consists of a wire according to any one of Claims 1 to 4.

6. Wire for elastomer reinforcement comprising at least one core made of stainless steel, characterized in that the core consists of a wire according to any one of Claims 1 to 4.

7. Process for the manufacture of a wire according to Claim 1, characterized in that:

- a supply is obtained of a machine wire of diameter greater than or equal to 5 mm made of a steel whose chemical composition includes, by weight:

$$0 \% \leq C \leq 0.03 \%$$

$$0 \% \leq Mn \leq 2 \%$$

$$0 \% \leq Si \leq 0.5 \%$$

$$8 \% \leq Ni \leq 9 \%$$

$$17 \% \leq Cr \leq 18 \%$$

$$0 \% \leq Mo \leq 0.4 \%$$

$$3 \% \leq Cu \leq 3.5 \%$$

$$0 \% \leq N \leq 0.03 \%$$

$$S \leq 0.01 \%$$

$$P \leq 0.04 \%$$

the remainder being iron and impurities resulting from the production,

- a hyperquenching is performed on the machine wire in order to obtain an entirely austenitic structure,
- and a forming by cold plastic deformation is performed to obtain a diameter smaller than 2 mm.

8. Process according to Claim 7, characterized in that the forming by cold plastic deformation is performed without intermediate heat treatment.

9. Process according to Claim 7, characterized in that the forming by cold plastic deformation is performed with an intermediate hyperquenching and in that the reduction in section performed after the intermediate hyperquenching is greater than 300.

10. Process according to Claim 8 or Claim 9, characterized in that, in addition, an aging heat treatment is performed, consisting of a hold at a temperature of between 400°C and 475°C for a period of between 5 min and 3 hours.

11. Steel for the manufacture of a wire according to Claim 1, characterized in that its chemical composition includes, by weight:

$$0 \% \leq C \leq 0.03 \%$$

$$0 \% \leq Mn \leq 2 \%$$

$$0 \% \leq Si \leq 0.5 \%$$

$$8 \% \leq Ni \leq 9 \%$$

$$17 \% \leq Cr \leq 18 \%$$

$$0 \% \leq Mo \leq 0.4 \%$$

$$3 \% \leq Cu \leq 3.5 \%$$

$$0 \% \leq N \leq 0.03 \%$$

$$S \leq 0.01 \%$$

$$P \leq 0.04 \%$$

the remainder being iron and impurities resulting from the production.

12. Wire according to any one of Claims 1 to 4, characterized in that its section is round.

13. Process according to any one of Claims 7 to 9, characterized in that the forming by cold plastic deformation is a wiredrawing in several passes.

Patentansprüche

1. Draht aus rostfreiem Stahl mit einem Durchmesser von weniger als 2 mm und mit einer Zugfestigkeit von mehr als 2100 MPa, dadurch gekennzeichnet, dass er aus einem Stahl besteht, dessen chemische Zusammensetzung, in Gewichtsprozenten, enthält:

$$0\% \leq C \leq 0,03\%$$

$$0\% \leq Mn \leq 2\%$$

$$0\% \leq Si \leq 0,5\%$$

EP 0 851 039 B1

$$8\% \leq \text{Ni} \leq 9\%$$

5

$$17\% \leq \text{Cr} \leq 18\%$$

$$0\% \leq \text{Mo} \leq 0,4\%$$

10

$$3\% \leq \text{Cu} \leq 3,5\%$$

$$0\% \leq \text{N} \leq 0,03\%$$

15

$$\text{S} \leq 0,01\%$$

20

$$\text{P} \leq 0,04\%$$

Rest Eisen und aus der Verarbeitung stammende Verunreinigungen.

25

2. Draht nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sein Durchmesser kleiner oder gleich 0,5 mm ist und dass seine Zugfestigkeit mehr als oder gleich 2200 MPa beträgt.

3. Draht nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sein Durchmesser kleiner oder gleich 0,3 mm ist und dass seine Zugfestigkeit mehr als oder gleich 2250 MPa beträgt.

30

4. Draht nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass sein Durchmesser kleiner oder gleich 0,2 mm ist und dass seine Zugfestigkeit mehr als oder gleich 2275 MPa beträgt.

5. Feder, dadurch gekennzeichnet, dass sie aus einem Draht nach einem der Ansprüche 1 bis 4 besteht.

35

6. Verstärkungsdraht für ein Elastomer, der wenigstens einen Kern aus rostfreiem Stahl aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Kern aus einem Draht nach einem der Ansprüche 1 bis 4 besteht.

7. Verfahren zur Herstellung eines Drahtes nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass:

40

ein Drahtvormaterial bereitgestellt wird mit einem Durchmesser von grösser als oder gleich 5 mm aus einem Stahl, dessen chemische Zusammensetzung, in Gewichtsprozenten, enthält:

$$0\% \leq \text{C} \leq 0,03\%$$

45

$$0\% \leq \text{Mn} \leq 2\%$$

50

$$0\% \leq \text{Si} \leq 0,5\%$$

$$8\% \leq \text{Ni} \leq 9\%$$

55

$$17\% \leq \text{Cr} \leq 18\%$$

EP 0 851 039 B1

$$0\% \leq \text{Mo} \leq 0,4\%$$

$$3\% \leq \text{Cu} \leq 3,5\%$$

$$0\% \leq \text{N} \leq 0,03\%$$

$$\text{S} \leq 0,01\%$$

$$\text{P} \leq 0,04\%$$

Rest Eisen und aus der Verarbeitung stammende Verunreinigungen,

das Drahtvormaterial überhärtert wird um eine vollständig austenitische Struktur zu erhalten und

eine Formgebung durchgeführt wird durch plastische Kaltverformung um einen Durchmesser von weniger als 2 mm zu erzielen.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Formgebung durch plastische Kaltverformung ohne thermische Zwischenbehandlung durchgeführt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Formgebung durch plastische Kaltverformung mit einer thermischen Zwischenüberhärtung durchgeführt wird und dass die Querschnittsverringering nach der Zwischenüberhärtung grösser als 300 ist.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass eine thermische Härtungsbehandlung durchgeführt wird bestehend aus einer Aufrechterhaltung einer Temperatur zwischen 400° C und 475° C während einer Zeitdauer zwischen 5 min und 3 Stunden.

11. Stahl zur Herstellung eines Drahtes nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass seine chemische Zusammensetzung, in Gewichtsprozenten, enthält:

$$0\% \leq \text{C} \leq 0,03\%$$

$$0\% \leq \text{Mn} \leq 2\%$$

$$0\% \leq \text{Si} \leq 0,5\%$$

$$8\% \leq \text{Ni} \leq 9\%$$

$$17\% \leq \text{Cr} \leq 18\%$$

$$0\% \leq \text{Mo} \leq 0,4\%$$

$$3\% \leq \text{Cu} \leq 3,5\%$$

EP 0 851 039 B1

$$0\% \leq N \leq 0,03\%$$

5

$$S \leq 0,01\%$$

$$P \leq 0,04\%$$

10

Rest Eisen und aus der Verarbeitung stammende Verunreinigungen.

12. Draht nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass sein Querschnitt rund ist.

15

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Formgebung durch plastische Kaltverformung ein Ziehvorgang mit mehreren Durchläufen ist.

20

25

30

35

40

45

50

55